

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-342198

出 願 人

Applicant(s):

コア株式会社

2001年 5月18日

特 許 庁 長 官

Special Agent in Charge

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3042332

【書類名】 特許願

【整理番号】 A1018001

【提出日】 平成12年11月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01C 17/00

【発明の名称】 抵抗器およびその使用方法

【請求項の数】 8

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県上伊那郡箕輪町大字中箕輪 1 4 0 1 6 - 1 4 9 番  
地 コーア株式会社内

    【氏名】 仲村 圭史

【特許出願人】

    【識別番号】 000105350

    【氏名又は名称】 コーア株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100076428

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大塚 康德

    【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 003458

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【提出書類】

【添付書類の要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 抵抗器およびその使用方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

略板状の抵抗用合金からなる抵抗体と、  
高導電率の金属からなる少なくとも二つの第一の電極と、  
金属からなる少なくとも二つの第二の電極とを有し、

前記第一の電極は、前記抵抗体の第一の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第二の電極は、前記第一の面に対向する第二の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第一および第二の電極が前記抵抗体を挟むように配置され、前記第一の電極の厚さは、前記抵抗体の厚さの  $1/10$  より大きいことを特徴とする抵抗器。

【請求項 2】

前記抵抗部には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の抵抗器。

【請求項 3】

前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して  $1/150$  より大きく  $1/5$  より小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の抵抗器。

【請求項 4】

高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも 2 つの電極と、  
前記電極に電氣的かつ機械的に結合された略板状の抵抗用合金からなる抵抗部とを有し、  
前記電極の厚みは、前記抵抗部の厚さの  $1/10$  より大きいことを特徴とする抵抗器。

【請求項 5】

前記抵抗部には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていること

【請求項 6】

前記電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵

抗に対して  $1/150$  より大きく、 $1/5$  より小さいことを特徴とする請求項 4 に記載の抵抗器。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 3 に記載の抵抗器の使用方法であって、

前記第二の電極上でかつ前記第二の電極の電流の向きに沿う長さの  $1/2$  よりも外側に電圧測定用のワイアを接続して使用することを特徴とする抵抗器の使用  
方法。

【請求項 8】

請求項 4 乃至請求項 6 に記載の抵抗器の使用方法であって、

前記電極が前記抵抗体の第一の面でかつ前記抵抗体の両端部に配置され、前記抵抗体の第一の面に対向する第二の面でかつ前記電極の電流の向きに沿う長さの  $1/2$  よりも外側に電圧測定用のワイアを接続して使用することを特徴とする抵抗器の使用  
方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、抵抗器および抵抗器の使用方法に関し、例えば、高電流検出に適する低抵抗素子部と導電率の高い金属導体よりなる電極を有する抵抗器およびその使用方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

大電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器を用いることは良く知られている。この抵抗器を用いた大電流  $I$  (A) の検出では、既知の低い抵抗値を有し、抵抗値の変動が少ない抵抗器  $R$  ( $\Omega$ ) に、高電流  $I$  (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下  $V$  (V) を測定し、 $I = V/R$  を用いて電流値  $I$  (A) を算出する。

電流検出用の抵抗器の一例を図 1 に示す。電流検出用の低抵抗器 100 は、金属製の抵抗部 1400 および 2 つの電極部 1100 から構成されている。抵

抗部 1 4 0 0 は、例えば、Cu-Ni 合金（例えば、CN 4 9 R）などの金属合金が用いられる。電極 1 1 0 0 には、はんだ付け性を考慮してはんだ 1 2 0 0 が施されている。

#### 【0 0 0 4】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、抵抗器を用いて電流を精度よく測定するためには、電流を流したときの電流に対する抵抗値変化を小さくして電圧（V）－電流（I）特性を良くする必要がある。また抵抗器を精度良く使用するには、抵抗器の最適な電極の位置に 4 端子構造を形成し、電圧を測定する必要がある。すなわち、抵抗体の上下面に電極を形成し、ワイヤボンディングで上面より電圧測定をすることにより 4 端子構造を形成する。

#### 【0 0 0 5】

しかしながら、抵抗器を基板の電流印加用のパターンと接合する時の抵抗器の電極膜厚及び抵抗体膜厚が電圧測定に及ぼす影響に関する知見がなかったため大電流測定に適した構造を有する抵抗器を製造できなかった。また抵抗器を用いて上記電圧測定用のボンディング用のワイヤを抵抗器と接続する際に、抵抗器のどの位置にワイヤを接続するのが電圧測定に最適であるのか不明であった。

#### 【0 0 0 6】

そのため、抵抗器の最適な位置にワイヤを接続して電圧測定が行われておらず抵抗器を最適な状態で使用することができなかった。

#### 【0 0 0 7】

本発明は、上述の従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、電流測定に適した抵抗器およびその使用方法を提供することである。

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち

（１）抵抗体（１）と、抵抗体（１）の両端部に形成された第一の電極（２）と、

（２）第一の電極（２）と、金属からなる少なくとも一つの第二の電極（３）とを有し、前記第一の電極は、前記抵抗体の第一の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第二の電極

は、前記第一の面に対向する第二の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第一および第二の電極が前記抵抗体を挟むように配置され、前記第一の電極の厚さは、前記抵抗体の厚さの  $1/10$  より大きいことを特徴とする。

## 【0008】

また例えば、前記抵抗部には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする。

## 【0009】

また例えば、前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して  $1/150$  より大きく  $1/5$  より小さいことを特徴とする。

## 【0010】

上記目的を達成するための本発明の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち、高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも2つの電極と、前記電極に電氣的かつ機械的に結合された略板状の抵抗用合金からなる抵抗部とを有し、前記電極の厚みは、前記抵抗部の厚さの  $1/10$  より大きいことを特徴とする。

また例えば、前記抵抗部には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする。

## 【0011】

また例えば、前記電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して  $1/150$  より大きく、 $1/5$  より小さいことを特徴とする。

## 【0012】

上記目的を達成するための本発明の抵抗器の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項1乃至請求項3に記載の抵抗器の使用方法であって、前記第二の電極上でかつ前記第二の電極の電流の向きに沿う長さの  $1/2$  よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする。

上記目的を達成するための本発明の抵抗器の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項4乃至請求項6に記載の抵抗器の使用方法であって、前記電

極が前記抵抗体の第一の面でかつ前記抵抗体の両端部に配置され、前記抵抗体の第一の面に対向する第二の面でかつ前記電極の電流の向きに沿う長さの $1/2$ よりも外側に電圧測定用のワイアを接続して使用することを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態である抵抗器および使用方法について詳細に説明する。

【0015】

なお、本実施の形態に記載されている電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器の抵抗体として用いられる合金組成は、一例であり、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではなく、製造する抵抗器の必要特性や仕様に応じて決定されるものである。

【0016】

【第1の実施の形態】

まず、第1の実施の形態の抵抗器について、その構造および特性を以下に説明する。

【0017】

【第1の抵抗器の構造】

図1に、基板150の導体パターン上にはんだ付けされた第1の実施の形態である抵抗器100を示す。

【0018】

抵抗器100は、110の金属製の抵抗体、接続端子である電極121と122、およびボンディング電極141と142から構成されている。抵抗器100は、1つの直方体形状を有する抵抗体110に2つの直方体形状の電極121と122および2つの直方体形状のボンディング電極141と142を図1に示すように接合した構造である。

抵抗器100を用いた電圧測定においては、基板150の導体パターン上の電極121と122とが接続され、ボンディング電極141と142には、ボンディ

ング用のワイヤが例えばボンディング等によりそれぞれ接続されてボンディング電極141と142間の電圧降下が測定される。なお各ボンディング電極141と142では、各ボンディング電極141と142の横幅に対して図1に示すように1/2より外側の位置である143と144にワイヤを接続するのに適した位置が形成されている。

#### 【0020】

抵抗体110の厚さ( $t_R$ )は、例えば約50～2000 $\mu\text{m}$ であり、各電極121、122の厚さ( $t_E$ )は、約10～500 $\mu\text{m}$ であり、電極120の厚みと抵抗体110の厚みの比は $t_E/t_R > 1/10$ に設計されている。また各ボンディング電極141、142の厚さは、約10～100 $\mu\text{m}$ であり、各電極121、122の表面には、約2～10 $\mu\text{m}$ のはんだ膜が形成されている。

#### 【0021】

抵抗器100は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板150としては、例えばアルミ基板などが用いられ、その基板150もヒートシンクなどに接続された構造となっている。

#### 【0022】

すなわち、高電流を測定したときに抵抗器100に発生する熱は、基板150方向に伝達されるために、抵抗器100と基板150との接合面が重要であり、抵抗器100は、基板150との接合面である電極121、122に熱伝導の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

#### 【0023】

また、高電流を測定するときの電流は、基板150のパターンより抵抗器100の一方の電極121を介して抵抗体110に流れ、さらに抵抗体110から他の1つの電極122へと流れる。また、ボンディング電極141と142を基板150のパターンにアルミニウムワイヤなどによりワイヤボンディングによって接続し、高電流を流したときのパターン間、すなわち抵抗器100の両端にお

ける電圧を測定する目的で抵抗体110に接合されている。このため図1の構造を有する抵抗器100は、大電流での使用が可能である。



## 【 0 0 2 4 】

抵抗体 1 1 0 用材料としては、例えば、Cu-Ni 合金 (CN 4 9 R など) や図 2 に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図 2 より適宜選択されて使用される。また図 2 以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

## 【 0 0 2 5 】

また、図 2 に示すように、比抵抗が約  $2 \sim 7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  を有する貴金属合金を使用する場合には、極めて低い電気抵抗を有する抵抗体 1 1 0 が得られる。例えば、これらの貴金属合金を抵抗体 1 1 0 として使用する場合には、図 1 に示す構造の抵抗器 1 0 0 の抵抗値は、約  $0.04 \sim 0.15 \text{ m}\Omega$  となる。

## 【 0 0 2 6 】

また電極 1 2 1 および 1 2 2 の材料としては、電気抵抗が抵抗体 1 1 0 に比べて小さい銅材料など (例えば、比抵抗  $1.5 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  程度) が用いられ、抵抗体 1 1 0 と電極 1 2 1 あるいは抵抗体 1 1 0 と電極 1 2 2 とはクラッド接合により接合される。

## 【 0 0 2 7 】

なお電極 1 2 1 および 1 2 2 用に用いられる電極材料および抵抗体 1 1 0 用に用いられる抵抗体材料とは、それらの材料の比抵抗の比が、次式に示す、

$$\text{電極材料の比抵抗} / \text{抵抗体材料の比抵抗} = 1 / 5 \sim 1 / 150$$

の条件を満たす比抵抗を有する材料を用いて作製されるのがより好ましい。

## 【 0 0 2 8 】

ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 の材料としては、ニッケル材料 (例えば、 $6.8 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  程度)、アルミニウム材料 (例えば、 $2.6 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  程度) または金材料 (例えば、 $2.0 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  程度) などが用いられる。2 つの電極 1 2 1 および 1 2 2 の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱を放熱しやすくするた

め、図 1 に示すように、電極 1 2 1 と電極 1 2 2 とは、図 1 に示すように、熱伝導性の良い合金 (例えば銅合金など) を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

## 【 0 0 2 9 】

また電極 1 2 1 および 1 2 2 の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材 ( $\text{Sn} : \text{Pb} = 9 : 1$ ) または鉛フリーはんだ材の膜 1 3 1 および 1 3 2 が形成されている。溶融はんだ材は、銅材の電極 1 2 1 または 1 2 2 との間に拡散層を有するため、電極の接合強度および電氣的信頼性は、向上する。

## 【 0 0 3 0 】

なお、抵抗器 1 0 0 の特徴は、抵抗体 1 1 0 が平板からなる単純構造となっており、従来の電流検出用低抵抗器 1 0 0 0 に見られるような切れ込み 1 3 0 0 が無い点である。このように抵抗体 1 1 0 中に切れ込みがないため、電流を流したときの電流経路が安定し、切れ込みがある場合の抵抗値変化を  $1 / \text{数} 1 0 \sim 1 / 2 0 0$  程度に低減できる。

## 【 0 0 3 1 】

また、抵抗体 1 1 0 に約  $2 \sim 7 \mu \Omega \cdot \text{cm}$  の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、抵抗器 1 0 0 の抵抗値は、約  $0.04 \sim 0.15 \text{ m}\Omega$  となるため、高電流の測定に適した抵抗器が得られる。

## 【 0 0 3 2 】

[抵抗器を用いた電圧の測定]

図 3 (a) および図 3 (b) に作製した抵抗器 1 0 0 の各部の寸法及び抵抗器 1 0 0 を用いて電圧測定を行う際のワイヤの接続位置を示す。抵抗器 1 0 0 の抵抗体 1 1 0 と基板と接合する電極の厚さ  $t_E$  は、 $t_E / t_R > 1 / 1 0$  となっている。

## 【 0 0 3 3 】

図 3 において、 $L_{w1}$ 、 $L_{w2}$  は、左右のボンディング電極 1 4 1、1 4 2 の横方向の幅であり、ボンディング電極 1 4 1、1 4 2 中に記載した番号 1 ~ 1 8 は、ボンディング電極 1 4 1、1 4 2 に対して電圧測定用のワイヤを接続する位

端部からの距離である。

## 【 0 0 3 4 】

なお作製した比較用抵抗器の構造は、抵抗器 100 の基板と接合する電極の厚さ  $t_E$  のみが異なるだけであり（すなわち  $t_E/t_R < 1/10$  に設計）、他の寸法は抵抗器 100 と全て同じである。

## 【0035】

図 3 (a) に例示した  $L_1$ 、 $L_2$  の位置は、それぞれ左右のボンディング電極の中央部に電圧測定時のワイヤを接続する位置を示しており、 $L_1/L_{w1} = 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} = 0.5$  である。

## 【0036】

また、図 3 (a) の (1) ~ (4) は、それぞれボンディング電極 141、142 に電圧測定時のワイヤを接続する位置の組み合わせを示している。すなわち、(1) は、ボンディング電極 141、142 の電圧測定時のワイヤの接続位置が、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$  の条件を満たす場合のワイヤの接続位置の組み合わせを示している。

## 【0037】

同様に (2) は、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(3) は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(4) は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示している。

## 【0038】

図 4 に、図 3 (a) および図 3 (b) で示した抵抗器 100 による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

## 【0039】

図 4 の測定条件 (1) ~ (4) は、図 3 に示した測定条件 (1) ~ (4) に対応する。なお、抵抗器 100 等を用いて測定された電圧  $V$  は、次式に示す電圧の変動値  $\Delta V$  (基準電圧  $V_0$  に対する測定電圧) を用いて整理して表示した。

また図 4 では、測定条件 (1) ~ (4) における電圧の変動値 ( $\Delta V$ ) を基板

に接合する接合電極の厚さ ( $t_E$ ) と抵抗体の厚さ ( $t_R$ ) の比が  $t_E/t_R > 1/10$  の場合と  $t_E/t_R \leq 1/10$  の場合に分けて表示した。

#### 【0041】

##### [抵抗器100の場合]

まず、第1の実施形態の抵抗器100 ( $t_E/t_R > 1/10$ ) の場合において、ワイヤを接続する位置が電圧の変動値  $\Delta V$  に及ぼす影響について説明する。

#### 【0042】

図4より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、条件(4) ( $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ ) は、電圧変動 ( $\Delta V$ ) が  $\pm 0.1\%$  と最も小さく最適条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤをボンディング電極141、142に接続する場合、左右ボンディング電極141、142の横幅に対してワイヤを電極の外側端部からどちらも  $1/2$  より外側の電極表面部の位置に接続するのが電圧変動を最小にする。

#### 【0043】

上記条件(4)以外の測定結果は、以下の通りである。すなわち、条件(1)の場合 ( $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ ) は、電圧変動 ( $\Delta V$ ) が  $\pm 5 \sim 10\%$  と最も大きく、安定した電圧測定に適さない条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤをボンディング電極141、142に接続する場合、左右ボンディング電極141、142の横幅に対してワイヤを電極の外側端部からどちらも  $1/2$  より大きい電極の内側表面部の位置に接続すると電圧変動が最大となる。

#### 【0044】

また、条件(2)または条件(3)の場合(2つのワイヤのうち一方のワイヤを電極の外側端部から  $1/2$  より小さいすなわち外側の電極表面位置に、他方のワイヤを電極の外側端部から  $1/2$  より大きいすなわち内側の電極表面位置に接続する)は、電圧変動 ( $\Delta V$ ) は  $\pm 3 \sim 5\%$  であり、条件(1)と条件(4)の

#### 【0045】

##### [比較用抵抗器の場合]

次に、比較用抵抗器 ( $t_E / t_R < 1 / 10$ ) において、ワイヤを接続する位置が電圧変動  $\Delta V$  に及ぼす影響について説明する。

【0046】

図4より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、電圧変動  $\Delta V$  は、条件(1)～(4)の全ての条件で  $\pm 10\%$  以上となり、抵抗器100で得られた電圧変動  $\Delta V$  に比べて大きい。

【0047】

また条件(1)～(4)とワイヤの左右ボンディング電極に接続する位置を変化させても電圧変動  $\Delta V$  が変化しないことから、比較用抵抗器電圧測定時には、ワイヤを左右ボンディング電極に接続する位置の影響を受けない。

【0048】

〔抵抗器と比較用抵抗器との比較〕

上記抵抗器100および比較用抵抗器の結果より、電圧の変動  $\Delta V$  を低く抑え精度良く電圧を測定するためには、抵抗器の構造として、接合電極の厚さ ( $t_E$ ) と抵抗体の厚さ ( $t_R$ ) の比が  $t_E / t_R > 1 / 10$  の条件を満たす必要(抵抗器100の構造)がある。

【0049】

さらに、上記条件を満たす抵抗器100を用いて電圧を測定する場合には、条件(4)に示す条件、すなわち  $L_1 / L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2 / L_{w2} < 0.5$  の条件を満たすボンディング電極141、142の位置にワイヤを接続する(電極の横幅に対するワイヤの接続位置を電極端部からどちらも  $1/2$  より外側の位置)と、電圧変動 ( $\Delta V$ ) を例えば  $\pm 0.1\%$  以内の最小変動に抑えることができる。

【0050】

この理由について、図5および図6を用いて説明する。

【0051】

図5は、抵抗器100の構造を示しており、図6は、基板100上に配線された比較用抵抗器を用いて電圧を測定する場合 ( $t_E / t_R < 1 / 10$ ) の構造を示している。

0) を示している。

【0052】

図5または図6で抵抗器を用いて電流  $I$  (A) を検出する場合、抵抗器  $R$  ( $\Omega$ ) に、高電流  $I$  (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下  $V$  (V) を測定し、 $I = V/R$  を用いて電流値  $I$  (A) を算出する。

【0053】

すなわち、例えば図5または図6に示すように基板のパターン151と接合電極122および基板のパターン151と接合電極121とを接続し、パターン151からパターン152に電流を流しながらボンディング電極141、142間の電圧を測定する。また図5または図6には、抵抗体110中を通過する電流  $I$  の流れも合わせて示している。

【0054】

なお、ボンディング電極141、142間の電圧を正確に測定するためには、ボンディング電極141、142間に電流が殆ど流れない条件で測定するのが望ましく、ボンディング電極141、142間に電流が流れると電圧測定に誤差を生じることになる。

【0055】

まず、図5の抵抗器100を用いて電圧を測定する場合の抵抗体110中を通過する電流  $I$  の流れについて説明する。抵抗器100では接合電極の厚さ ( $t_E$ ) は  $t_E/t_R > 1/10$  となるように、すなわち抵抗体110に対して比較的厚くなるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は低くなることから抵抗体110中を通過する電流  $I$  は、接合電極121、122の最短距離(図5中で太く記載した最短経路)をほとんどの電流が流れ、残りの電流が図中のその他の経路を流れることになる。

【0056】

また図5に示すように、最短経路以外の経路にも電流は流れるが、最短経路より電流の割合は非常に小さい。従って、電圧測定時にボンディング電極141とボンディング電極142間に流れる電流を少なく抑えることができるので正確な電圧測定ができる。

## 【 0 0 5 7 】

またさらに、図 5 に示す電圧測定時のボンディング電極 1 4 2 に対する抵抗体 1 1 0 を流れる電流の影響を比較すると、ボンディング電極 1 4 2 中の斜線部で示した外側（電極部分 1 4 3）の方が内側（電極部分 1 4 5）に比べて抵抗体 1 1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を受けにくくなる。同様なことは、ボンディング電極 1 4 1 についてもいえる。すなわち、ボンディング電極 1 4 1 中の斜線部で示した外側（電極部分 1 4 4）の方が内側（電極部分 1 4 6）に比べて抵抗体 1 1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を受けにくくなる。

## 【 0 0 5 8 】

このことから、図 5 において、精度良く電圧を測定するには、抵抗体 1 1 0 を流れる電流経路から離れた位置にワイヤを接続して電圧を測定すればよいことがわかる。すなわちワイヤを接続する位置は、ボンディング電極 1 4 2 の外側（電極部分 1 4 3）とボンディング電極 1 4 1 の外側（電極部分 1 4 4）が最適の位置であり、一方、逆にボンディング電極 1 4 2 の内側（電極部分 1 4 5）とボンディング電極 1 4 1 の内側（電極部分 1 4 6）が最悪の位置であることがわかる。上記説明したことが図 4 で抵抗器 1 0 0 を用いて条件（1）～（4）の 4 条件で異なる電圧変動を示した理由である。

## 【 0 0 5 9 】

次に、図 6 の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体 1 1 1 0 中を通過する電流  $I$  の流れについて説明する。比較抵抗器では接合電極の厚さ（ $t_E$ ）は  $t_E / t_R < 1 / 10$  となるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は高くなることから抵抗体 1 1 0 中を通過する電流  $I$  は、接合電極 1 2 1 0、1 2 2 0 の最短距離（図 6 中で太く記載した最短経路）を流れる電流が図 5 に比べ減少し、図 6 中の最短経路以外の経路を流れる電流が増加する。

## 【 0 0 6 0 】

また図 6 に示すように、最短経路以外に流れる電流は最短経路より遠くなる経路を流れる電流である。したがって、図 6 中の最短経路以外の経路を流れる電流は、図 5 に示す最短経路を流れる電流よりも小さくなる。したがって、図 6 の比較抵抗器を用いて電圧測定を行う場合には、ボンディング電極 1 4 1 とボンディング電極 1 4 2 の間に流れる電流を少なく抑えることが難しくなるので電圧変動が大きくなり正

確な電圧測定ができ難くなる。

#### 【 0 0 6 1 】

またさらに、図 6 に示す電圧測定時のボンディング電極 1 4 1 0 に対する抵抗体 1 1 0 0 を流れる電流の影響を比較すると、ボンディング電極 1 4 2 0 中の斜線部で示した外側（電極部分 1 4 3 0）と内側（電極部分 1 4 5 0）における抵抗体 1 1 0 0 中を流れる電流  $I$  の影響に大差がない。同様なことは、ボンディング電極 1 4 1 0 でもいえ、ボンディング電極 1 4 2 0 中の斜線部で示した外側（電極部分 1 4 4 0）と内側（電極部分 1 4 6 0）との抵抗体 1 1 0 0 中を流れる電流  $I$  の影響に大差がない。

#### 【 0 0 6 2 】

このことから、比較抵抗器では電圧測定時に抵抗体 1 1 0 0 中を流れる電流  $I$  の影響を大きく受けるため精度良く電圧を測定することが難しくなる。また、図 6 よりボンディング電極 1 4 1 0、1 4 2 0 において、外側（電極部分 1 4 3 0、1 4 4 0）と内側（電極部分 1 4 5 0、1 4 6 0）では抵抗体 1 1 0 0 中を流れる電流  $I$  の影響に大差がないため、ボンディング電極 1 4 1 0、1 4 2 0 のどの位置を用いても精度良く電圧を測定することが難しくなる。上記説明したことが図 4 で比較抵抗器を用いて条件（1）～（4）の 4 条件すべてで、 $\pm 1 0 \%$  以上の誤差を含む電圧変動を示した理由である。

#### 【 0 0 6 3 】

以上説明したように、上述構造の抵抗器を製造する際には、抵抗体と接続電極の厚さの比を  $1/10$  以上とすると精度良く電圧を測定できる抵抗器を製造することができ、この抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、ワイヤを接続する位置をボンディング電極の中心部より外側を用いて接続することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

#### 【 0 0 6 4 】

〔第 2 の実施の形態〕

図 7 は、図 6 の抵抗器の第 2 の実施の形態を示す。図 7 の抵抗器は、図 6 の抵抗器と同様に、抵抗体 1 1 0 0 とボンディング電極 1 4 1 0、1 4 2 0 とを有する。図 7 の抵抗器は、図 6 の抵抗器と同様に、抵抗体 1 1 0 0 とボンディング電極 1 4 1 0、1 4 2 0 とを有する。

#### 【 0 0 6 5 】



## 〔第 2 の抵抗器の構造〕

図 7 に、基板 5 5 0 の導体パターン上にはんだ付けされた第 2 の実施の形態である抵抗器 5 0 0 を示す。抵抗器 5 0 0 は、5 1 0 の金属製の抵抗体、接続端子である電極 5 2 1 と 5 2 2 から構成されている。

### 【 0 0 6 6 】

抵抗器 5 0 0 を用いた電圧測定においては、基板 5 5 0 の導体パターンと電極 5 2 1 と 5 2 2 とが接続され、抵抗体上の図 7 に示す 5 4 2 と 5 4 3 位置にワイヤが例えばワイアボンディング等によりそれぞれ接続され、5 4 2 と 5 4 3 間の電圧降下が測定される。なお図 7 に例を示す 5 4 2 と 5 4 3 の幅は、電極 5 2 1 と 5 2 2 の横幅の  $1/2$  であり、ワイヤを接続するのに適した位置として形成されたものである。

### 【 0 0 6 7 】

抵抗器 5 0 0 は、1 つの直方体形状を有する抵抗体 5 1 0 に 2 つの直方体形状の電極 5 2 1 を図 7 に示すように接合した構造である。抵抗体 5 1 0 の厚さ ( $t_R$ ) は、例えば約  $50 \sim 2000 \mu m$  であり、各電極 5 2 1、5 2 2 の厚さ ( $t_E$ ) は、例えば約  $10 \sim 500 \mu m$  であり、電極 1 2 0 の厚みと抵抗体 1 1 0 の厚みの比は  $t_E / t_R > 1/10$  に設計されている。また、各電極の表面には、約  $2 \sim 10 \mu m$  のはんだ膜 5 3 1、5 3 2 が形成されている。

### 【 0 0 6 8 】

抵抗器 5 0 0 は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板 5 5 0 としては、例えばアルミ基板などが用いられ、その基板 5 5 0 もヒートシンクなどに接続された構造となっている。

### 【 0 0 6 9 】

すなわち、高電流を測定したときに抵抗器 5 0 0 に発生する熱は、基板 5 5 0 方向に伝達されるために、抵抗器 5 0 0 と基板 5 5 0 との接合面が重要であり、抵抗器 5 0 0 は、基板 5 5 0 との接合面である電極 5 2 1、5 2 2 に熱伝導の良

き材料が用いられる。以下に、図 7 の抵抗器 5 0 0 の構造について説明する。

### 〔 5 0 0 0 〕

また、高電流を測定するときの電流は、基板 5 5 0 のパターンより抵抗器 5 0

0の一方の電極521を介して抵抗体510に流れ、さらに抵抗体510から他の1つの電極522へと流れる。また、抵抗体510上の542や543に示した位置と基板550の所定パターンとをアルミニウムワイアなどによりワイアボンディングすることによって接続し、高電流を流したときのパターン間、すなわち抵抗器500の両端における電圧降下を測定する。このため図8の構造を有する抵抗器500は、大電流での使用が可能である。

#### 【0071】

抵抗体510用材料としては、例えば、Cu-Ni合金(CN49Rなど)や図4に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図4より適宜選択されて使用される。また図4以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

#### 【0072】

また、図4に示すように、貴金属合金を使用する場合には、約 $2 \sim 7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ と極めて低い電気抵抗を有する抵抗体110が得られ、例えば、これらの貴金属合金を抵抗体510として使用する場合には、図8に示す構造の抵抗器500の抵抗値は、約 $0.04 \sim 0.15 \text{ m}\Omega$ となる。

#### 【0073】

また電極521および522の材料としては、電気抵抗が抵抗体510に比べて小さい銅材料(例えば、 $1.5 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 程度)が用いられ、抵抗体510と電極521あるいは抵抗体510と電極522とはクラッド接合により接合される。

#### 【0074】

なお電極521および522用に用いられる電極材料および抵抗体510用に用いられる抵抗体材料とは、それらの材料の比抵抗の比が次式に示す、

$$\text{電極材料の比抵抗} / \text{抵抗体材料の比抵抗} = 1 / 5 \sim 1 / 150$$

#### 【0075】

2つの電極521および522の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱

を放熱しやすくするため、基板 5 5 0 方向に熱が伝達されやすいように電極面積を広くとるように設計されており、熱伝導性の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることの特徴としている。

#### 【 0 0 7 6 】

また電極 5 2 1 および 5 2 2 の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材 ( $S n : P b = 9 : 1$ ) または鉛フリーはんだ材の膜 5 3 1 および 5 3 2 が形成されている。溶融はんだ材は、銅材の電極 5 2 1 または 5 2 2 との間に拡散層を有するため、電極の接合強度および電氣的信頼性は、向上する。

#### 【 0 0 7 7 】

なお、抵抗器 5 0 0 の特徴は、抵抗体 5 1 0 が平板からなる単純構造となっており、従来のシャント抵抗器 1 0 0 0 に見られるような切れ込み 1 3 0 0 が無い点である。このように抵抗体 5 1 0 中に切れ込みがないため、電流を流したときの電流経路が安定し、切れ込みがある場合の抵抗値変化 ( $\Delta R / R$ ) を  $1 / 数 1 0 \sim 1 / 2 0 0$  程度に低減できる。

#### 【 0 0 7 8 】

また、抵抗体 5 1 0 に約  $2 \sim 7 \mu \Omega \cdot c m$  の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、抵抗器 5 0 0 の抵抗値は、約  $0.04 \sim 0.15 m \Omega$  となるため、高電流の測定に適した抵抗器が得られる。

#### 【 0 0 7 9 】

[抵抗器を用いた電圧の測定]

図 8 (a) および図 8 (b) に上記の製造方法で作製した抵抗器 5 0 0 の各部の寸法及び抵抗器 5 0 0 を用いて電圧測定を行う際のワイヤの接続位置を示す。抵抗器 5 0 0 の抵抗体 1 1 0 と基板と接合する電極の厚さ  $t_E$  は、 $t_E / t_R > 1 / 1 0$  となっている。

#### 【 0 0 8 0 】

図 8 (a) と同じ横幅であり、抵抗体 5 1 0 の左側表面部 5 4 1 および右側表面部 5 4 3 に記載した番号 1 ~ 1 8 を付した位置は、電圧測定時にワイヤを接続す

る位置を示している。すなわち、 $L_1$  は、抵抗体 510 の左外側端部からの距離であり、 $L_2$  は、抵抗体 510 の右外側端部からの距離である。

## 【0081】

なお作製した比較用抵抗器の構造は、抵抗器 500 の基板と接合する電極の厚さ  $t_E$  のみが異なるだけであり（すなわち  $t_E/t_R < 1/10$  に設計）、他の寸法は抵抗器 500 と全て同じである。

## 【0082】

図 8 (a) に例示した  $L_1$ 、 $L_2$  の位置は、それぞれ電圧測定時のワイヤを抵抗体 510 の表面に接続する位置を示しており、 $L_1/L_{w1} = 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} = 0.5$  である。

## 【0083】

また、図 8 (a) の (1) ~ (4) は、それぞれ抵抗体 510 の表面に電圧測定時のワイヤを接続する位置の組み合わせを示している。すなわち、(1) は、ワイヤの接続位置が、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$  の条件を満たす場合のワイヤの接続位置の組み合わせを示している。

## 【0084】

同様に (2) は、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(3) は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(4) は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示している。

## 【0085】

図 9 に、図 8 (a) および図 8 (b) で示した抵抗器 500 による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

## 【0086】

図 9 の測定条件 (1) ~ (4) は、図 8 に示した測定条件 (1) ~ (4) に対

して、図 8 (a) および図 8 (b) に示した抵抗器 500 による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

## 【0087】

$$\Delta V = (V_0 - V) / V_0 \times 100 (\%)$$

また図9では、測定条件(1)～(4)における電圧の変動値( $\Delta V$ )を基板に接合する接合電極の厚さ( $t_E$ )と抵抗体の厚さ( $t_R$ )の比が $t_E/t_R > 1/10$ の場合と $t_E/t_R \leq 1/10$ の場合に分けて表示した。

【0088】

[抵抗器500の場合]

まず、第2の実施形態の抵抗器500( $t_E/t_R > 1/10$ )の場合において、ワイヤを接続する位置が電圧の変動値 $\Delta V$ に及ぼす影響について説明する。

【0089】

図9より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、条件(4)( $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ )は、電圧変動( $\Delta V$ )が $\pm 0.1\%$ 以内と最も小さく最適条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤを抵抗体510の表面部に接続する際に、図8の542および543(外側端部から $1/2$ より小となる抵抗体表面部)の位置に接続すると電圧変動を最小にすることができる。

【0090】

上記条件(4)以外の測定結果は、以下の通りである。すなわち、条件(1)の場合( $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ )は、電圧変動( $\Delta V$ )が $\pm 5 \sim 10\%$ と最も大きく、安定した電圧測定に適さない条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤを抵抗体510の表面部に接続する際に、図8の544および546(外側端部から $1/2$ より大となる抵抗体表面部)の位置に接続すると電圧変動が最大となる。また、条件(2)または条件(3)の場合(2つのワイヤのうち一方のワイヤを抵抗体510の外側端部から $1/2$ より小さい位置すなわち外側の位置に、他方のワイヤを抵抗体510の外側端部から $1/2$ より大きい位置すなわち内側の位置に接続する)は、電圧変動( $\Delta V$ )は $\pm 3 \sim 5\%$ であり、条件(1)と条件(4)の中間の条件である。

【0091】

次に抵抗器500について、

次に、比較用抵抗器(510)の厚さ( $t_R$ )と抵抗器500の厚さ( $t_E$ )の比が $t_E/t_R > 1/10$ の場合において、ワイヤを接続する位置が電圧変動 $\Delta V$ に及ぼす影響について説明する。

## 【 0 0 9 2 】

図 9 より、条件 (1) ～ (4) の 4 条件を比較すると、電圧変動  $\Delta V$  は、条件 (1) ～ (4) の全ての条件で  $\pm 10\%$  以上となり、抵抗器 500 で得られた電圧変動  $\Delta V$  に比べて大きい。

## 【 0 0 9 3 】

また条件 (1) ～ (4) とワイヤの接続位置を変化させても電圧変動  $\Delta V$  が変化しないことから、比較用抵抗器を用いた電圧測定時には、ワイヤを接続する位置の影響を受けない。

## 【 0 0 9 4 】

## 〔抵抗器と比較用抵抗器との比較〕

上記抵抗器 500 および比較用抵抗器の結果より、電圧の変動  $\Delta V$  を低く抑え精度良く電圧を測定するためには、抵抗器の構造として、接合電極の厚さ ( $t_E$ ) と抵抗体の厚さ ( $t_R$ ) の比が  $t_E/t_R > 1/10$  の条件を満たす必要 (抵抗器 100 の構造) がある。

## 【 0 0 9 5 】

さらに、上記条件を満たす抵抗器 100 を用いて電圧を測定する場合には、条件 (4) に示す条件、すなわち  $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$  の条件を満たす 542、543 の抵抗体の位置にワイヤを接続する (電極の横幅に対するワイヤの接続位置を電極端部からどちらも  $1/2$  より外側の位置) と、電圧変動 ( $\Delta V$ ) を例えば  $\pm 0.1\%$  以内の最小変動に抑えることができる。

## 【 0 0 9 6 】

この理由について、図 10 および図 11 を用いて説明する。

## 【 0 0 9 7 】

図 10 は、基板 551、552 上に配線された抵抗器 500 を用いて電圧を測定する場合 ( $t_E/t_R > 1/10$ ) を示しており、図 11 は、基板 1551、1552 上に配線された比較用抵抗器を用いて電圧を測定する場合 ( $t_E/t_R$

を抽出する場合、抵抗器  $R$  (Ω) に、電流  $I$  (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下  $V$  (V) を測定し、 $I = V/R$  を用いて電流値  $I$  (A) を算出

する。

# 【 0 0 9 8 】

すなわち、例えば図 1 0 でいえば、基板のパターン 5 5 1 と接合電極 5 2 2 および基板のパターン 5 5 2 と接合電極 5 2 1 とを接続し、パターン 5 5 1 からパターン 5 5 2 に電流を流しながら例えば抵抗体表面部の 5 4 2 と 5 4 3 間の電圧を測定する。また図 1 1 でいえば基板のパターン 1 5 5 1 と接合電極 1 5 2 2 および基板のパターン 1 5 5 2 と接合電極 1 5 2 1 とを接続し、パターン 1 5 5 1 からパターン 1 5 5 2 に電流を流しながら例えば抵抗体表面部の 1 5 4 2 と 1 5 4 3 間の電圧を測定する。また図 1 0 または図 1 1 には、抵抗体 5 1 0 中を通過する電流  $I$  の流れも合わせて示している。

# 【 0 0 9 9 】

なお、例えば抵抗体表面部 5 4 2 と 5 4 3 間の電圧を正確に測定するためには、抵抗体表面部の 5 4 2 と 5 4 3 間に電流が殆ど流れない条件で測定するのが望ましく電流が流れると電圧測定に誤差を生じることになる。

# 【 0 1 0 0 】

まず、図 1 0 の抵抗器 1 0 0 を用いて電圧を測定する場合の抵抗体 5 1 0 中を通過する電流  $I$  の流れについて説明する。抵抗器 5 0 0 では接合電極の厚さ ( $t_E$ ) は  $t_E / t_R > 1 / 10$  となるように、すなわち抵抗体 5 1 0 に対して比較的厚くなるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は低くなることから抵抗体 5 1 0 中を通過する電流  $I$  は、接合電極 5 2 1、5 2 2 の最短距離 (図 1 0 中で太く記載した最短経路) をほとんどの電流が流れ、残りの電流が図中の他の経路を流れることになる。

# 【 0 1 0 1 】

また図 1 0 に示すように、最短経路以外の経路に流れる電流は、最短経路より遠くなる経路ほど流れる電流が少なくなる。このため例えば抵抗体表面部 5 4 2 と 5 4 3 間における抵抗器 5 0 0 の電圧を正確に測定するためには、抵抗体表面

測定からなる

# 【 0 1 0 2 】

また、図 1 0 に示す電圧測定時のワイヤの接続位置 5 4 2 と 5 4 4 における抵抗体 5 1 0 を流れる電流の影響を比較すると、5 4 2 の方が 5 4 4 に比べて抵抗体 5 1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を受けにくくなる。同様なことは、ワイヤの接続位置 5 4 3 と 5 4 6 についてもいえる。すなわち、5 4 3 の方が 5 4 6 に比べて抵抗体 5 1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を受けにくくなる。

#### 【0 1 0 3】

このことから、図 1 0 において、精度良く電圧を測定するには、抵抗体 5 1 0 を流れる電流経路から離れた位置にワイヤを接続して電圧を測定すればよいことがわかる。すなわちワイヤを接続する位置は、5 4 2 と 5 4 3 の組み合わせが最適の位置であり、一方、逆に 5 4 4 と 5 4 6 の組み合わせが最悪の位置であることがわかる。上記説明したことが図 9 で抵抗器 5 0 0 を用いて条件 (1) ~ (4) の 4 条件で異なる電圧変動を示した理由である。

#### 【0 1 0 4】

なお抵抗器 5 0 0 における図 9 に示した測定結果は、抵抗器 1 0 0 における図 6 に示した測定結果とほぼ同じである。このことは、電圧測定においては抵抗器 1 0 0 のようにボンディング電極を使用しても抵抗器 5 0 0 のようにボンディング電極を使用しなくても両者の測定結果に変化を生じないことを示している。この理由は、電圧測定時の電圧変動は、抵抗体内部を通過する電流経路に依存するためである。すなわち抵抗器 1 0 0 と抵抗器 5 0 0 における電流経路および最短経路は図 7 と図 1 0 に示すように全く同じである。また電圧測定用にワイヤを接続する位置が両者で同じであれば、電圧測定時に電圧変動の原因となる電流分布は同じである。そのため、図 6 と図 9 に示すようワイヤを接続する位置が同一の (1) ~ (4) の条件では、ボンディング電極を使用しても使用しなくても電圧測定時の電圧変動に差がない結果が得られたものである。

#### 【0 1 0 5】

次に、図 1 1 の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体 1 5 1 0 中を流れる電流  $I$  は、図 1 1 のように抵抗体 1 5 1 0 の両端に接合電極 1 5 2 2、1 5 2 3 が設けられていること、抵抗体 1 5 1 0 が図 1 1 のように設計されていること、接合電極の導体抵抗は高くなることから抵抗体 1 5 1 0 中を通過する電流  $I$  は、接合電極 1 5 2 2、



1 5 2 1 の最短距離（図 1 1 中で太く記載した最短経路）を流れる電流が図 1 0 に比べ減少し、図 1 1 中の最短経路以外の経路を流れる電流が増加する。

【0 1 0 6】

また図 1 1 に示すように、最短経路以外に流れる電流は最短経路より遠くなる経路ほど減少するが、図 1 0 に比べかなり多くなる。このため、比較抵抗器を用いて電圧測定を行う際に測定部に流れる電流を少なく抑えることが難しくなるので電圧変動が大きくなり正確な電圧測定ができ難くなる。

【0 1 0 7】

また、図 1 1 に示す電圧測定時の抵抗体の表面部 1 5 4 2、1 5 4 4 を流れる電流の影響を比較すると、1 5 4 2 と 1 5 4 4 中を流れる電流 I の影響に大差がない。同様なことは、抵抗体の表面部 1 5 4 3、1 5 4 6 でもいえ、抵抗体の表面部 1 5 4 3、1 5 4 6 を流れる電流 I の影響に大差がない。

【0 1 0 8】

このことから、比較抵抗器では電圧測定時に抵抗体 1 5 1 0 中を流れる電流 I の影響を大きく受けるため精度良く電圧を測定することが難しくし、ワイヤ接続部の位置を変えても精度良く電圧を測定することができない。上記説明したことが図 9 で比較抵抗器を用いて条件（1）～（4）の 4 条件すべてで、± 1 0 % 以上の誤差を含む電圧変動を示した理由である。

【0 1 0 9】

以上説明したように、上述構造の抵抗器を製造する際には、抵抗体と接続電極の厚さの比を  $1/10$  以上とすると精度良く電圧を測定できる抵抗器を製造することができ、この抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、ワイヤを接続する位置をボンディング電極の中心部より外側を用いて接続することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【0 1 1 0】

【発明の効果】

図 1 1 に示すように、抵抗体の表面部 1 5 4 2、1 5 4 4 を流れる電流 I の影響を比較すると、1 5 4 2 と 1 5 4 4 中を流れる電流 I の影響に大差がない。同様なことは、抵抗体の表面部 1 5 4 3、1 5 4 6 でもいえ、抵抗体の表面部 1 5 4 3、1 5 4 6 を流れる電流 I の影響に大差がない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第一実施形態である抵抗器の概略構造図である。

【図 2】

抵抗体の種類を示す図である。

【図 3】

本発明の第一実施形態である抵抗器の寸法およびワイヤ接続位置を示した図である。

【図 4】

本発明の第一実施形態である抵抗器へのワイヤ接続位置および接合電極厚さ／抵抗体の厚さによる電圧変動値を比較した図である。

【図 5】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図 6】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図 7】

本発明の第二実施形態である抵抗器の概略構造図である。

【図 8】

抵抗器の寸法およびワイヤ接続位置を示した図である。

【図 9】

抵抗器へのワイヤ接続位置および接合電極厚さ／抵抗体の厚さによる電圧変動値を比較した図である。

【図 10】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図 11】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図 12】

図 12 抵抗器

【符号の説明】

1 0 0 抵抗器

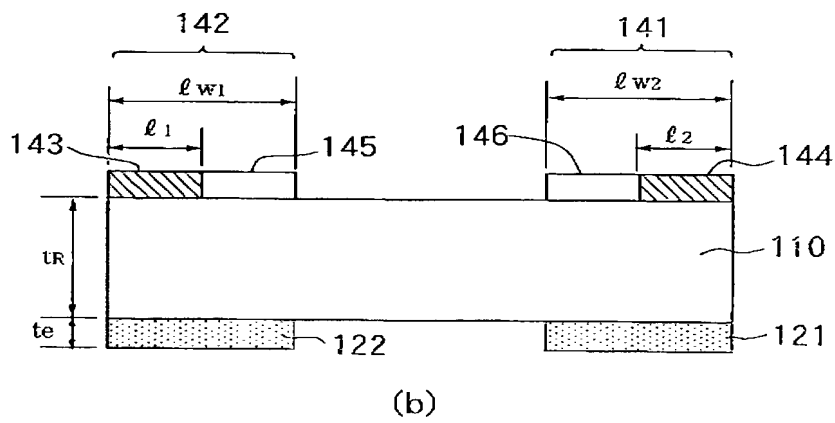
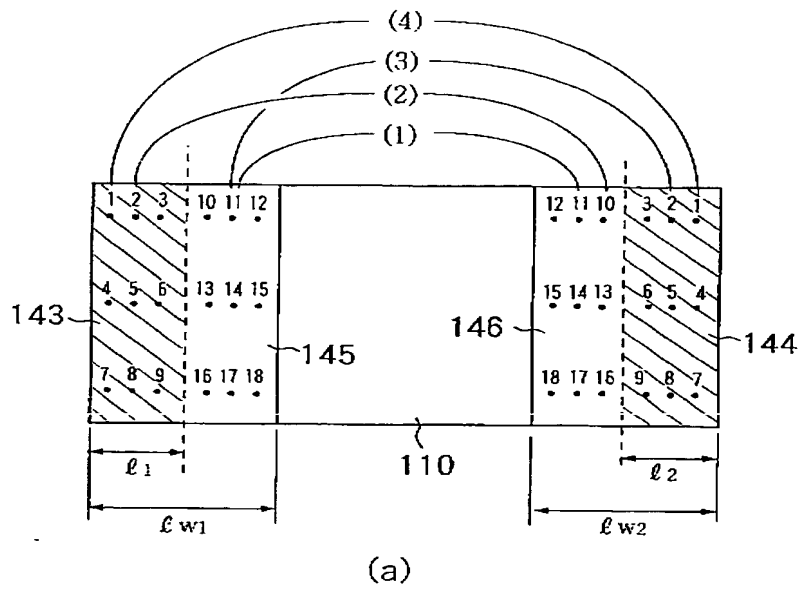
- 1 1 0 抵抗体
- 1 2 1 接合用電極
- 1 2 2 接合用電極
- 1 3 1 溶融はんだ材
- 1 3 2 溶融はんだ材
- 1 4 1 ボンディング電極
- 1 4 2 ボンディング電極



【図 2】

抵抗体種類	組成/組成比	品名例	比抵抗 ( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )
Cu-Ni 系合金	Ni/2~50, Cu/98~50	JIS 規格品など	5~49
Ni-Cr 系合金	Cr/15~21, Ni/77~57,他	JIS 規格品など	~100
Fe-Cr 系合金	Cr/17~26, Fe/81~68,他	JIS 規格品など	130~165
6 元系合金	Pt + Pd/45, Ag/38,他	Paliney # 6 など	6.1
7 元系合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30,他	Paliney # 7 など	6.9
8 元系合金	Pt + Pd/45, Ag/38,他	Paliney # 8 など	5.9
9 元系合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30,他	Paliney # 9 など	7.2
Pd-Pt 系合金	Pt + Pd/80, Ag/4.5,他	NeyoroG など	4.4
Au-Ag 合金	Au/75,Ag/25	Neyoro28 など	2.1
Au-Pt-Ag 合金	Au + Pt/75, Pd/25	Neyoro69 など	3.1

【図 3】

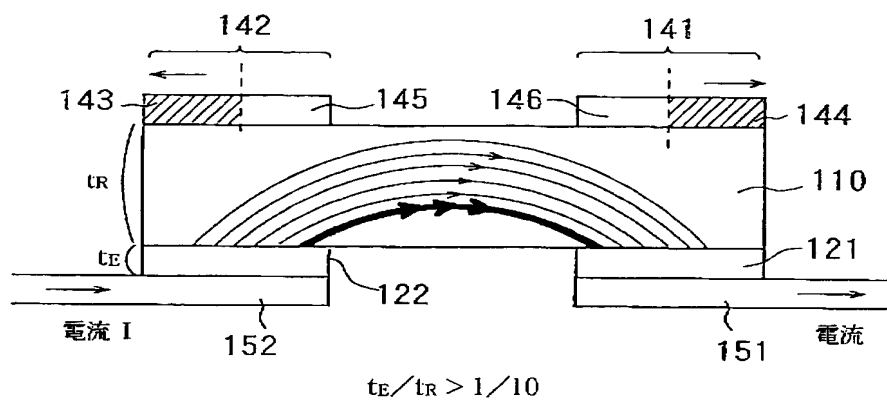


【図 4】

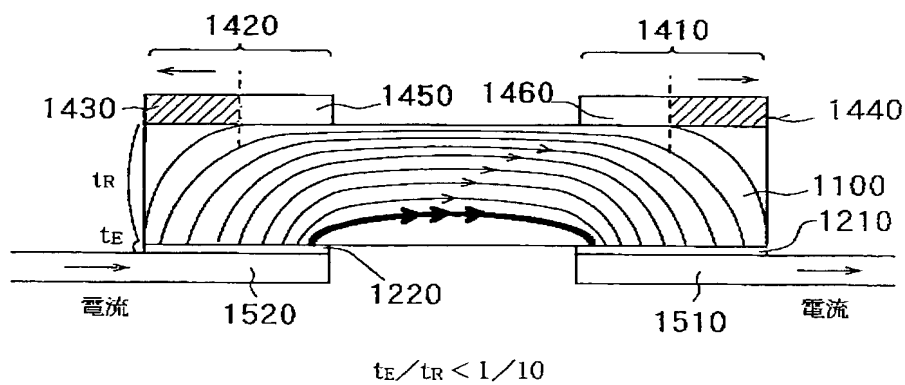
条 件	リード線接続位置		電圧の変動値 $\Delta V(\%)$
	左側電極 ( $\ell_1 / \ell_{w1}$ )	右側電極 ( $\ell_2 / \ell_{w2}$ )	接合電極の厚さ/抵抗体の厚さの比 $t_b/t_r$
			1/10以下 1)
(1)	0.5より大	0.5より大	1/10以上 2)
(2)	0.5より大	0.5より小	$\pm 5 \sim 10 \%$
(3)	0.5より小	0.5より大	$\pm 3 \sim 5 \%$
(4)	0.5より小	0.5より小	$\pm 3 \sim 5 \%$
			$\pm 10 \%$ 以上
			$\pm 0.1 \%$ 以内

1) 比較に用いた抵抗器  
2) 本実施形態の抵抗器

【図 5】

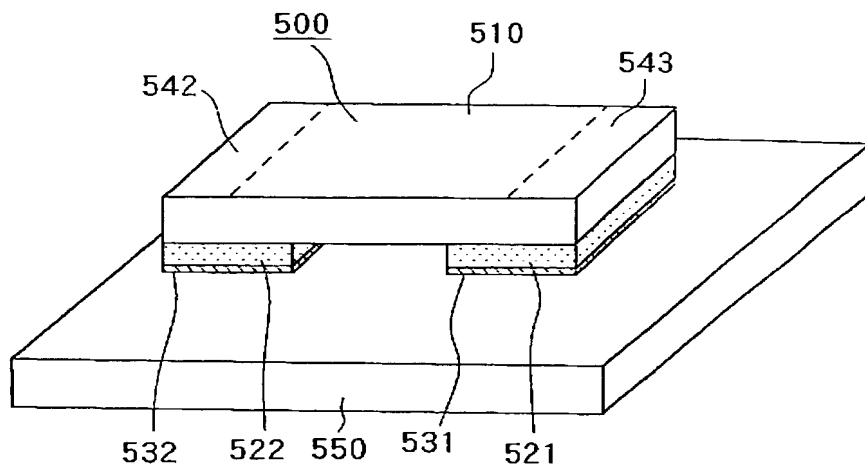


【図 6】

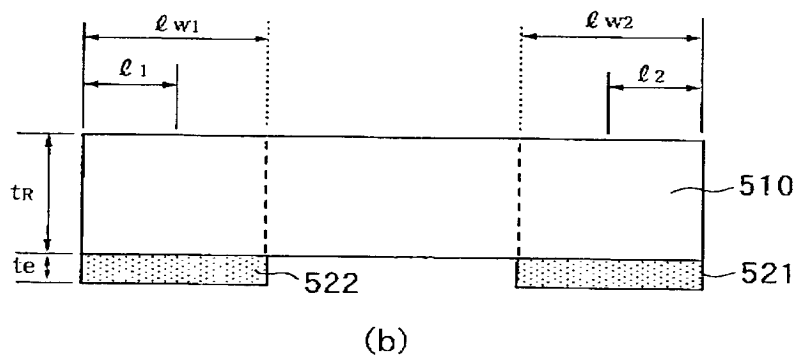
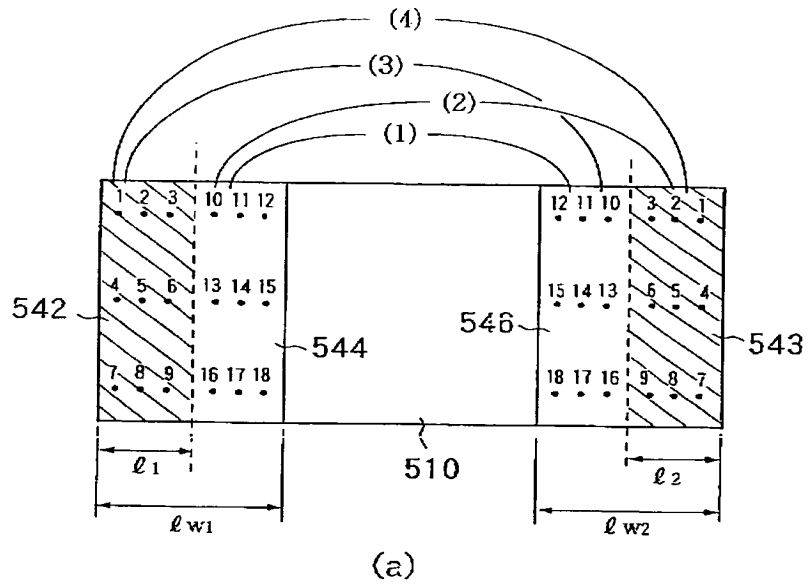




【図 7】



【図 8】

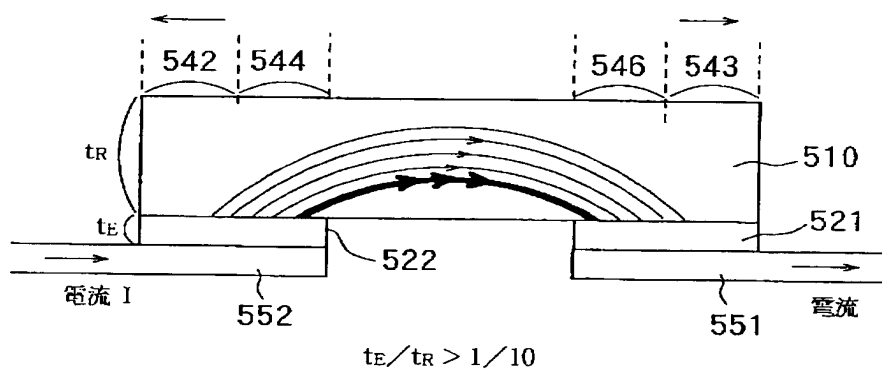


【図 9】

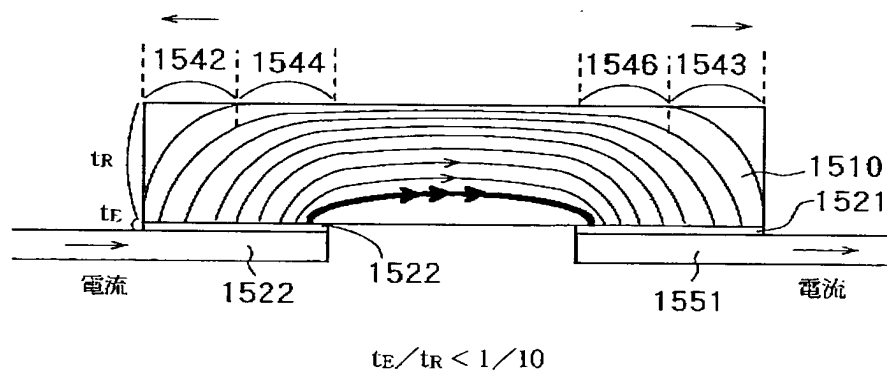
条 件	リード線接続位置		電圧の変動値 $V/V_0(\%)$	
			接合電極の厚さ/抵抗体の厚さの比 $t_E/t_R$	
	左側電極 ( $\ell_1/\ell_{w1}$ )	右側電極 ( $\ell_2/\ell_{w2}$ )	1/10 より小 <sup>1)</sup>	1/10 より大 <sup>2)</sup>
(1)	0.5 より大	0.5 より大	$\pm 10\%$ 以上	$\pm 5 \sim 10\%$
(2)	0.5 より大	0.5 より小	$\pm 10\%$ 以上	$\pm 3 \sim 5\%$
(3)	0.5 より小	0.5 より大	$\pm 10\%$ 以上	$\pm 3 \sim 5\%$
(4)	0.5 より小	0.5 より小	$\pm 10\%$ 以上	$\pm 0.1\%$ 以内

- 1) 比較に用いた抵抗器  
2) 本実施形態の抵抗器

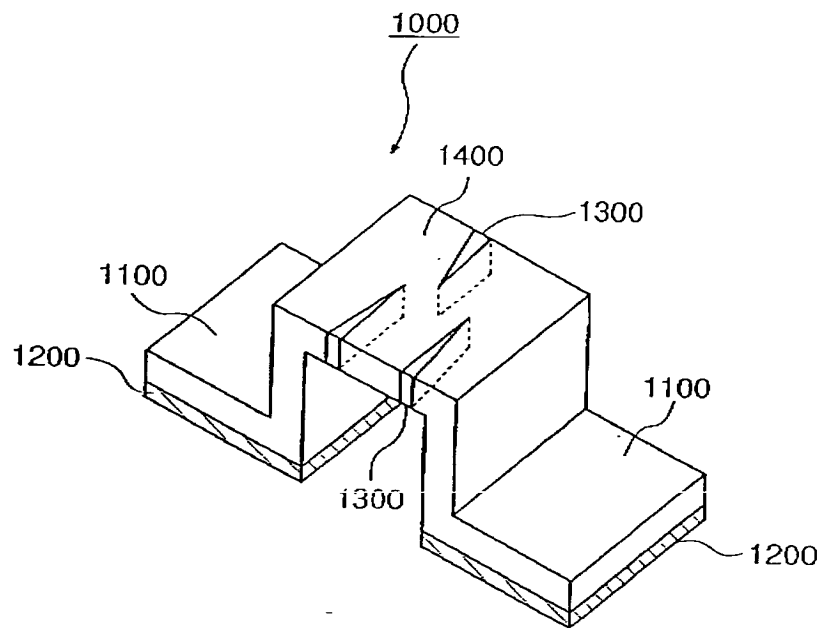
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】                    要約書

【要約】

【課題】    電流測定に適した抵抗器およびその使用方法を提供する。

【解決手段】    抵抗器 1 0 0 は、1 1 0 に示す貴金属合金等から製造される抵抗体および 1 2 1 と 1 2 2 に示す高伝導性の接合用電極、1 4 1 と 1 4 2 に示すボンディング電極から構成され、接合用電極の厚さ  $t_e$  と抵抗体の厚さ  $t_R$  の比は、 $t_e / t_R > 0.1$  に制御されている。またボンディング電極 1 4 1、1 4 2 の横幅の  $1/2$  より外側端部 1 4 3、1 4 4 には、電圧測定用のワイヤを接続するのに適した位置が形成されている。このため抵抗器 1 0 0 は、電流を精度よく測定できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000105350]

1. 変更年月日 1990年 8月23日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 長野県伊那市大字伊那3672番地  
氏 名 コーア株式会社